

(11) 공개번호 특 1998-066131
(43) 공개일자 1998년 10월 15일

(21) 출원번호	특 1997-001480
(22) 출원일자	1997년 01월 20일
(71) 출원인	삼성전자 주식회사 김광호
(72) 발명자	경기도 수원시 팔달구 매탄동 416번지 허진호
(74) 대리인	경기도 수원시 팔달구 우만2동 주공아파트 204동 301호 허성원, 이수완

(54) DSA전극을 갖는 전기화학적 정수장치

본 발명은, 전기화학적 정수장치에 관한 것으로서, 정수처리될 물의 유입구와 유출구가 구비된 하우징, 상기 하우징내에 상호 이격되어 평행하게 설치된 평판상의 음극판과 양극판, 상기 음극판과 양극판 사이에 설치되는 이온교환격막을 포함하는 것을 특징으로 한다. 이에 의하여, 전극판과 정수처리될 물의 접촉표면적을 확대하여 정수효율을 향상시킬 수 있다.

도 1은 본 발명의 전기화학적 정수장치의 사시도,
 도 2는 본 발명의 전기화학적 정수장치의 일부분이 절취된 평면도,
 도 3은 전기화학적 정수장치의 음극판의 정면도,
 도 4는 격막을 제외한 양극판과 음극판의 조립상태도,
 도 5는 종래의 DSA전극을 갖는 정수장치의 개략도이다.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

3 : 음극판 5 : 양극판
6 : 유동안내그루브 7 : 격막
9 : 음극실 11 : 양극실
12 : 유입구 13 : 유출구

본 발명은 전기화학적 정수장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 평판상의 음극판과 양극판을 갖는 전기화학적 정수장치에 관한 것이다.

일반적으로 정수기는 물에 함유된 유해물질을 제거하여 사용자가 안전하게 마실 수 있는 물을 제공하기 위한 것이다. 이러한 정수기는 필터식 정수장치와 염소공업에서 사용되는 DSA전극을 사용하여 전해하는 전해식 정수장치 등의 여러 가지 장치가 있다.

필터식 정수장치는 오염물질을 제거하는 활성탄 및, 음이온과 양이온교환수지를 혼합하여 제조된 필터가 내장되어 있어서, 유입된 물에 용해되어 있는 중금속은 양이온 교환수지와 이온교환반응에 의하여 처리되고, 음이온은 음이온교환수지와 이온교환반응에 의하여 처리되며, 유기화합물은 활성탄에 흡착하는 방식으로 처리되고 있다.

반면에, 전해식 정수장치는 Ti로 된 원통형 음극과, Ti층에 Ru, Ir, 또는 Sn 또는 이들의 2이상의 합금을 코팅하여 이루어진 이중 적층형태인 봉형의 양극 및 이러한 두 전극사이에서 두 전극을 분리하는 세라믹재질로 이루어진 원통형의 이온교환격막으로 구성되어 있다. 이러한 전해식 정수장치에서는, 양극과 격막사이의 공간인 양극실과, 음극과 격막사이의 공간인 음극실이 있어서, 이 공간에서 각 오염물들을 제거하는 전기화학적 반응이 일어나는데, 유기물 및 세균류는 양극실에서, 중금속류는 음극실에서 제거되어 진다.

보통 염소공업에서 사용되는 DSA전극을 사용하여 전해에 의한 정수장치는 필터식 정수장치와 비교해서 저가이고 관리가 용이하다는 장점이 있다. 그러나, 전해에 의한 정수장치는 전기화학반응을 이용하기 때문에 안정된 반응조건을 마련해 주는 것이 가장 중요하다.

도 5는 종래의 DSA(Dimensional Stable Anode)전극을 갖는 정수장치의 개략도이다. 이 도면에서 알 수 있는 바와 같이, 정수장치(50)는 봉형의 DSA양극(51)과 이를 둘러싸고 있는 원통형의 Ti음극(54), 및 양전극 사이를 분리하는 세라믹재질의 격막(55)을 포함하고 있고, 이들을 서로 연결하는 내부부시(52)와 외부부시(53) 및 밀봉용 O-링(56)이 구비되어 있다. 최초 정수장치(50)내로 유입되는 물은 각 부시(52, 53)에 부착된 유입구(59, 59')로 흘러 들어가 양극(51), 격막(55)과 음극(54)에 의하여 형성된 좁은 원통형 공간인 양극실(57)과 음극실(58)로 유입된 다음, 전기화학적 반응에 의하여 유해한 유기물, 세균 및 중금속 등이 효과적으로 제거된 후, 유출구(60, 60')를 통하여 외부로 유출된다.

그러나, 종래의 원통형 구조의 전극과 격막을 채용한 전해정수장치는 최초 유입구 부근과 최종 유출구 부근에서 물의 와류가 발생하여 전체적인 전기화학적 반응속도를 저하시켜 정수효율을 감소시킨다는 문제점을 갖고 있다.

이러한 반응점에서 발생한 와류는 전기화학반응에서 필수적인 반응물과 전극표면간의 일정한 접촉유지와, 순조로운 전자 및 이온의 이동을 방해하여 전해작용을 저해시키는 주요요인으로 작용하고 있다.

따라서, 본 발명은, 종래의 문제점을 해결하기 위하여, 종래의 원통형 전극을 평판형 전극으로 대체하고 전극과 정수할 물의 접촉표면적을 늘릴 수 있는 유로구조를 채택하여 정수효율을 향상시킨 전기화학적 정수장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

상기 목적은, 본 발명에 따라, 전기화학적 정수장치에 있어서, 정수처리될 물의 유입구와 유출구가 구비된 하우징, 상기 하우징내에 상호 이격되어 평행하게 설치된 평판상의 음극판과 양극판, 상기 음극판과 양극판사이에 설치되는 이온교환격막을 포함하는 것을 특징으로 하는 전기화학적 정수장치에 의하여 달성된다.

여기서, 음극판과 양극판의 판면에는 유동안내그루브가 형성되어 질 수 있으며, 이 경우에 유동안내그루브중 적어도 일부는 1회 절곡된 안내유로를 형성하는 것이 바람직하다. 또한, 음극판과 양극판상에 각각 형성된 유동안내그루브는 진행방향이 상호 교차되도록 형성되어 있는 것이 바람직하다.

음극판은 Ti판재로 형성되어 질 수 있고, 양극판은 Ti판재와, 상기 Ti판재상에 Ru, Ir 또는 Sn 또는 이들의 2이상의 합금을 코팅한 층으로 이루어질 수 있다.

한편, 격막은 알루미늄(Al_2O_3), 지르코니아(ZrO_2) 또는 이트리아(Y_2O_3)로 구성된 세라믹막이거나, 합성고분자의 이온교환막이 바람직하다.

이하에서는 첨부도면을 참조하여 본 고안을 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명의 전기화학적 정수장치의 사시도이고, 도 2는 본 발명의 전기화학적 정수장치의 일부분이 절취된 평면도이며, 도 3은 본 발명의 전기화학적 정수장치의 음극판의 정면도이다. 이들 도면에서 볼 수 있는 바와 같이, 본 발명의 전기화학적 정수장치는, 정수처리될 물의 유출구(13)와 유입구(12)가 상부영역과 하부영역에 설치되어 수직방향으로 세워진 거의 직육면체형상의 하우징(1, 1'), 이러한 하우징(1, 1')내에 상호 이격되어 평행하게 설치된 평판형상의 음극판(3)과 양극판(5), 및 이러한 음극판(3)과 양극판(5)사이에 설치되는 격막(7)을 포함하고 있다.

음극판(3)과 양극판(5)은 각각 도시않은 어느 한 단부가 외부로 노출되어 있어서, 전원과 연결되는데 음극판(3)은 음극전원과 양극판(5)은 양극전원과 연결된다.

한편, 음극판(3)과 양극판(5)의 표면에는 유동안내그루브(6)가 형성되어 있으며, 이러한 유동안내그루브(6)는, 도 2에서 보는 바와 같이, 적어도 일부가 1회이상 절곡된 안내유로를 형성하게 된다. 이로써, 정수될 물과 전극표면과의 접촉이 균일하게 되면서, 정수될 물이 유입구로부터 설치된 유동안내그루브(6)를 따라 전극판 전체로 확산되어 흐르게 되면서 전기화학적 분해반응이 촉진된다.

음극판(3)은 통상 99.9%이상의 순도를 갖는 Ti금속으로 구성된다. 양극판(5)은 99.9%이상의 순도를 갖는 Ti금속층상에, Ru, Ir 또는 Sn 또는 이들의 2이상의 합금을 약 5 μ m의 두께로 코팅하여 막을 갖도록 형성되어지는데, 이러한 코팅막을 갖는 전극을 통상적으로 DSA(Dimensional Stable Anode)전극이라 칭한다.

음극판(3)과 양극판(5)의 사이에는 격막(7)이 설치되어 있고, 이에 의하여 음극판(3)과 격막(7)사이의 좁은 공간에는 음극실(9)이 형성되고, 양극판(5)과 격막(7)사이의 좁은 공간에는 양극실(11)이 형성된다. 이러한 음극실(9)과 양극실(11)의 공간에서 각 오염물들을 제거하는 전기화학적 반응이 일어난다. 격막(7)은 알루미늄(Al_2O_3), 지르코니아(ZrO_2) 또는 이트리아(Y_2O_3)로 구성된 다공질 세라믹막이거나, 합성고분자재질의 이온교환막을 사용할 수 있다.

또한, 음극판(3)과 양극판(5)의 테두리부분에는 다수의 볼트구멍(15)과 실링을 위한 홈(16)이 있다. 두 전극판(3, 5)을 격막(7)과 함께 조립하여 정수장치를 완성시킬 때 사용된다.

도 4는 격막을 제외한 양극판과 음극판의 조립상태도이다. 이러한 도면에서 보는 바와 같이, 본 발명의 정수장치는 음극판(3)과 양극판(5)상에 각각 형성된 유동안내그루브(6)가 진행방향이 상호 교차되도록 음극판(3)과 양극판(5)을 조립할 때 어느 한 전극판을 90° 회전시켜 조립된다.

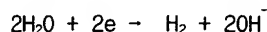
이로써, 한쪽의 전극실로 유입된 유입수는 상대 전극실로 유입된 유입수와 직각을 이루며 흐르게 되면서, 각각의 극판에 형성된 유동안내그루브의 형상 및 유입수와 전극판과의 접촉면적의 차이로 인하여, 각 전극실에서의 유속 또는 전해반응속도가 다소 차이가 나더라도 지속적인 전기화학적 반응이 일어나도록 하여 전체적인 정수효율을 상승시킬 수 있다.

이러한 구성의 전기화학적 정수장치에서 일어나는 정수메카니즘은 정수될 불순물의 종류, 즉 유기물, 세균 및 중금속 등에 따라 차이가 있는데, 이들 반응메카니즘을 간단히 살펴보면 하기와 같다.

[유기물의 전해정수 메카니즘]

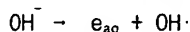
(1) 물의 전기분해

전기화학반응에 의하여 발생한 전자가 전극쪽으로 이동하면, 물의 분해가 일어난다.

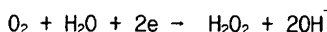
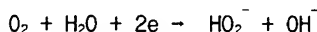
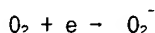


(2) 애라디칼과 H라디칼의 생성

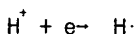
여기서 발생한 수산화이온은 물이 분리되어 생성된 것으로서, 매우 강한 애라디칼을 생성시킨다.



다음 산소는 음극에서 전자를 받아 환원된다.

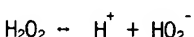
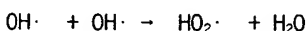
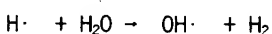
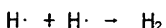


음극에서는 또한 물의 분해로 인하여 자유라디칼 H^\cdot 가 형성된다.



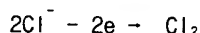
(3) 애라디칼과 H라디칼의 상호반응

상기에서 생성된 애라디칼과 H라디칼이 상호 반응하여 일련의 고활성라디칼들을 생성시킨다.

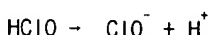
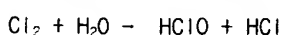
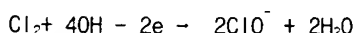
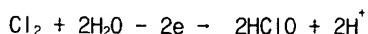


(4) 염소의 분리

또한, 물속에 알칼리 염화물과 알칼리토금속 염화물들이 용해되어 있으면, 음극에서는 수산화물이 생성된다. 이러한 알칼리성 염화용액에서는 물의 산화와 같이 염소의 분리가 일어난다.

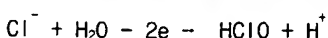


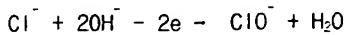
위 반응에서 발생한 염소는 다음 반응으로 부분적으로 분리된다.



(5) 염소화합물의 생성

염소가 분해되어 발생한 염소이온은 양극에서 산화되어 산소를 포함하는 염소산화물로 바뀐다.





(6) 산소의 생성

염소산화물의 분해와 함께 발생하는 산소는 염소산의 생성보다 쉽게 일어난다. 또한, 활성염소의 산소분해속도는 약산성화된 유기물질과 촉매에 의하여 온도상승에 따라 빨라지고, 약산성화합물을 매우 강력하게 산화분해한다.

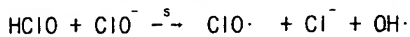
그리고, 수용액내에 산화가 어려운 유기화합물이 있으면, 산소분해의 속도는 느려지면서, 염소산염의 생성이 일어난다. 그러나, 수용액중에 반응촉매가 존재한다면, 염소산염이 생성되지 않고 산소원자의 전자기변화를 일으킨다. 이 산소원자는 과산화유기화합물들과 강력하게 반응하여 분해시킨다.

(7) 유기물의 분해

이러한 일련의 반응으로 발생한 각 라디칼 및 염소, 산소화합물들은 강력한 산화력을 지니고 있어, 이 산화력을 바탕으로 각종 유기물이 산화분해되어 진다.

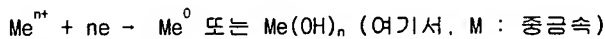
[세균의 전해정수 메카니즘]

상기 반응에서 발생한 산화력이 높은 염소산화물은 자체산화력에 의한 정화작용 및 살균작용을 한다. 이러한 활성염소화합물은 박테리아 세포막(SHR₂)위에서 반응을 일으켜 세포막을 파괴하면서 포자형태의 미생물과 바이러스를 완전히 소멸시킨다.



[중금속의 전해정수의 메카니즘]

각종 금속류는 물속에서 대부분 양이온 상태로 존재하게 되는데, 이러한 양전하를 띠는 중금속이온들은 음전하를 띠는 전자와 반응하여 환원되면서 중성화 또는 독성이 없는 상태로 전환되어 유독성 중금속이온이 제거된다.



또한, 양전하를 띠는 중금속이온들을 환원시켜 중성화시키는 반응외에 불용성의 수산화물을 형성시켜 전극표면에 석출하게 할 수 있으며, 이 경우에는 사용되는 DSA전극을 주기적으로 세척할 필요가 있다.

이러한 정수메카니즘은 그 과정에서 서로 각각 다르지만, 공통적으로 전극표면과 유입수간의 접촉면적과 시간, 격막의 이온이동허용율 등에 의하여 가장 큰 영향을 받게 된다.

따라서, 정수처리될 물이 하우징의 유입구(12)를 통하여 정수처리장치에 유입되어, 양극실(11)과 음극실(9)내를 흐르게 되는데, 상술한 정수메카니즘에 따라, 양극실에서는 양극전원에 의하여 산화반응이 일어나고, 음극실(9)에서는 음극전원에 의하여 양극실(11)의 산화반응에 대응하여 환원반응이 일어난다. 그리고, 격막(7)에서는 양극실과 음극실의 산화환원반응에서 발생하는 이온교환이 이루어지게 된다. 이에 의하여 양극실(11)에서는 유기물 및 세균류가 제거되고, 중금속류는 음극실(9)에서 제거되어진 후, 하우징의 상부에 있는 유출구(13)를 통하여 정수된 물이 외부로 배출하게 된다.

상기에서 설명한 구체적인 실시예에서는, 유입구를 전기화학적 정수장치의 하부영역에 설치하고, 유출구를 상부영역에 설치하였지만, 유입구를 상부영역에, 유출구를 하부영역에 설치할 수 있음은 물론이다. 또한, 본 발명에서는 음극판과 양극판의 표면에 형성된 유동안내그루브도 1회이상 절곡된 형상이외에도 전극표면에 다양한 형상의 그루브를 채택할 수 있을 것이다.

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 전기화학적 정수장치는, 평판형의 전극판에 의하여 전극과 정수될 물의 접촉면적을 늘림으로서, 정수효율을 향상시킬 수 있다.

청구항 1

전기화학적 정수장치에 있어서, 정수처리될 물의 유입구와 유출구가 구비된 하우징, 상기 하우징내에 상호 이격되어 평행하게 설치된 평판상의 음극판과 양극판, 상기 음극판과 양극판사이에 설치되는 이온교환격막을 포함하는 것을 특징으로 하는 전기화학적 정수장치.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 음극판과 양극판의 판면에 유동안내그루브가 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전기화학적 정수장치.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 유동안내그루브중 적어도 일부는 1회 절곡된 안내유로를 형성하는 것을 특징으로 하는 전기화학적 정수장치.

청구항 4

제 2항 또는 제 3항에 있어서, 상기 음극판과 양극판상에 각각 형성된 유동안내그루브는 진행방향이 상

호 교차되도록 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전기화학적 정수장치.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 음극판은 Ti판재로 형성되며, 상기 양극판은 Ti판재와, 상기 Ti판재상에 Ru, Ir 또는 Sn 또는 이들의 20이상의 합금을 코팅한 층으로 이루어진 것을 특징으로 하는 전기화학적 정수장치.

청구항 6

제 1항에 있어서, 상기 격막은 알루미나(Al_2O_3), 지르코니아(ZrO_2) 또는 이트리아(Y_2O_3)로 구성된 세라믹 막인 것을 특징으로 하는 전기화학적 정수장치.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 격막은 합성고분자의 이온교환막인 것을 특징으로 하는 전기화학적 정수장치.

